

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

1-я экз.

# СОВЕТСКАЯ НАУКА

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Академии наук СССР и Всесоюзного Комитета  
по делам высшей школы при СНК СССР

ПОД РЕДАКЦИЕЙ акад. А. Н. Баха,  
акад. О. Ю. Шмидта, акад. А. Е. Ферсмана,  
С. В. Кафтanova, проф. Б. Г. Кузнецова.

7

Государственное Издательство „Советская наука“

---

1940



# СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Акад. Ем. Ярославский — Маркс и Энгельс о России . . . . .	3
Проф. Э. Кольман — Физическая сущность общей теории относительности и ее философское значение . . . . .	41
В. А. Маслов — Деление тяжелых ядер нейтронами и перспективы использования энергии ядерных превращений . . . . .	56
В. Н. Листов — Многочастотная связь . . . . .	73
Акад. А. А. Григорьев — Успехи физической географии в изучении СССР . .	92
С. Я. Штрайх — Из переписки братьев Ковалевских . . . . .	99
Проф. А. С. Предводителев — Русский ученый-физик Н. А. Умов . . . . .	121

## НОВОСТИ НАУКИ

Проф. М. М. Кожов — Биологические исследования вод Байкала . . . . .	134
Е. И. Алексеева — Хинное дерево в советских субтропиках . . . . .	138
Н. Деменив — Наука и промышленность Урала . . . . .	142
Л. Верещагин — Новая лаборатория высоких давлений . . . . .	144

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Проф. И. М. Поляков, Акад. И. И. Шмальгаузен «Пути и закономерности эволюционного процесса», изд. Академии наук СССР, 1939 . . . . .	147
Проф. А. О. Маковельский, М. Ф. Ахундов «Философско-политические про-изведения», Баку, 1940 . . . . .	153
Сталинские стипендиаты, подготавливающиеся к защите диссертаций . . . .	155

Редакционная коллегия журнала  
«Советская наука»

акад. А. Н. Бах (отв. редактор), акад. О. Ю. Шмидт,  
акад. А. Е. Ферсман, С. В. Кафтанов, проф.  
Б. Г. Кузнецов.

Адрес редакции: Москва 66, Новая Басманная, 20, тел. Е 1-06-07.

Поступил в произв. 12/VII—1940 г.  
Л 33220.

70×108 1/16.

Подписан к печати 16/IX—1940 г.

Объем 10 л.

Зак. № 2376.

Тираж 18.800 экз.

Типография газеты «Правда» имени Сталина. Москва, ул. «Правды», 24.

## ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ И ЕЕ ФИЛОСОФСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Проф. Э. Кольман

Институт философии АН Союза ССР

Общая теория относительности окончательно была построена Эйнштейном в 1916 г. Она больше, чем специальная теория относительности, требует глубокого знания математики и, главное, изменения привычных, укоренившихся взглядов на самые основные понятия физики — время и пространство. Мы должны произвести в наших представлениях переворот, подобный тому, когда люди должны были 400 лет назад отказаться от господствующей до того времени точки зрения, что Земля неподвижна и что существует небо («наверху») и ад («внизу»). Тогда люди должны были признать относительность пространственных направлений, признать существование антиподов, для которых наше «наверху» есть «внизу» и наоборот.

Напомним, что в специальной теории относительности<sup>1</sup> речь идет о невозможности обнаружить абсолютное пространство и независимое от него абсолютное время по опытам в инерциальных системах. Но разве не существует другого вида механического движения, кроме прямолинейного и равномерного, которое может быть использовано для этой цели? Ведь существуют же, например, криволинейное движение, ускоренное, замедленное движение. К каким выводам мы можем прийти, производя опыты на телах, обладающих такими движениями? Как будут проходить опыты на таких телах?

Для того чтобы ответить на это, надо сначала внести ясность в понятие массы. Механика учит, что масса сопротивляется изменению скорости и изменению направления движения. Так, пока наше собственное тело движется равномерно и прямолинейно, мы его массы не чувствуем (принципы инерции). Но как только величина скорости или направление его движения изменяются, масса тела дает о себе знать. Если, например, трамвай внезапно трогается с места вперед — пассажиров отталкивает назад, потому что они представляют собой не только мыслящих людей, но одновременно и инертную массу. Инертная масса дает себя чувствовать тем больше, чем больше ее величина.

Но кроме инертной массы, всякое тело обладает еще и тяжелой массой. К инертной массе мы пришли, изучая сопротивление тела изменению его движения, между тем как к тяжелой массе мы приходим совершенно другим путем, не связанным с движением тела. Понятие о тяжелой массе связано с понятием всемирного притяжения, гравитацией, открытой еще Ньютоном. Любые два тела, как известно, притягивают друг друга, и чем больше тяжелая масса одного, тем сильнее оно притягивает другое тело. Кроме того, притяжение двух тел зависит также и от расстояния между ними: чем ближе тела друг к другу, тем больше они

<sup>1</sup> Изложение физических основ этой теории содержится в статье проф. Э. Кольмана «Физические основы специальной теории относительности», напечатанной в № 6 журнала «Советская наука» за 1940 г. — Ред.

притягиваются; при сближении в два, три и четыре раза сила притяжения увеличивается в четыре, девять, шестнадцать раз. Зато притяжение совершенно не зависит от той среды, которая находится между телами.

Чрезвычайно точными опытами было установлено, что количество инертной и тяжелой массы для любого тела одинаково, несмотря на различия в форме их внешнего проявления. Хотя физикам совпадение величин этих масс казалось странным, они все же не придавали ему большого значения.

На это-то обстоятельство Эйнштейн и обратил внимание. Из специальной теории относительности вытекает, что инертная масса тела изменяется в зависимости от скорости. А раз установлено, что инертная и тяжелая массы по своей величине равны, то отсюда следует, что и тяжелая масса должна изменяться в зависимости от скорости тела. Кроме того, раз всякая инертная масса обладает собственной энергией и, наоборот, всякая энергия обладает инертной массой, то отсюда вытекает, что энергия должна иметь вес, иметь тяжелую массу, т. е. при нагревании вес тела, например, должен увеличиваться, а свет должен, очевидно, также иметь тяжелую массу.

Специальная теория относительности не могла дать объяснений этим явлениям, потому что исходила как раз из того, что свет имеет постоянную скорость и распространяется прямолинейно, и нацело игнорировала его свойства, связанные с тяготением. Уже отсюда было ясно, что специальная теория относительности недостаточна для объяснения многих явлений физики. Надо было расширить эту теорию, что и сделал Эйнштейн. Учитывая, что инертная масса и тяжелая масса имеют одну и ту же величину, он высказал следующее положение: инерция и тяжесть — явления одного и того же порядка, иначе говоря, явление инерции может быть объяснено всемирным тяготением и обратно. Эйнштейн распространил понятия времени и пространства, развитые им в специальной теории относительности для инерциальных систем, на тела и системы тел, движущихся не только прямолинейно и равномерно, но и криволинейно и неравномерно, т. е. произвольным образом.

Общая теория относительности гласит, что переход от одной ускоренной системы отсчета к другой ускоренной должен сопровождаться при этом изменением поля тяжести. Поясним эту мысль. Представим себе лифт — замкнутый ящик, подвешенный на блоке (рис. 1). Пусть он сначала находится в покое. Будем производить какие-либо механические опыты в этом ящике-лифте. Например, поместим туда маятник. Под влиянием земной тяжести маятник будет качаться. Если канат, на котором висит ящик, оборвется, — ящик под влиянием тяжести будет падать ускоренно. При этом лифт станет падать свободно, если из шахты будет выкачан воздух, чтобы не было никакого сопротивления. И тогда окажется, что маятник, пока лифт будет падать, останется повисшим в том положении, в которое он пришел в первоначальный момент падения. Больше того, человек, находящийся в таком свободно падающем лифте, не будет испытывать никакой тяжести, — он сможет стоять или лежать в каком угодно положении, повисая в середине лифта в воздухе. Это хорошо знают парашютисты; пока парашют не раскроется, они не испытывают тяжести и могут принять любое положение.

Это интересное явление объясняется тем, что

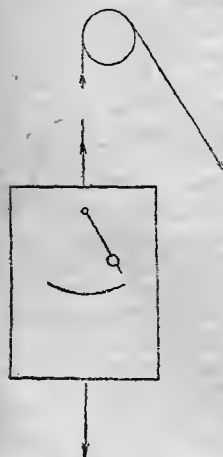


Рис. 1.

здесь уничтожают друг друга два явления: ускорение, которое возникло в связи со свободным падением, и тяжесть. Вообразим, что в нашем лифте, пока он движется, исчезло по какой-то загадочной причине земное притяжение, а мы все-таки захотели, чтобы в лифте продолжали происходить все те же движения, которые вызываются тяжестью и обычно имеют место у нас на Земле, например, чтобы маятник продолжал качаться, а человек не вис в воздухе. Для этого надо будет начать тянуть наш лифт через блок ускоренно вверх. Тогда в лифте образуется вследствие инерции такое же поле, как и земное поле. Это будет означать, что тяжесть и инерция — равносильные явления.

Таким же образом можно себе представить, что и в любой точке пространства последствия притяжения больших сторонних масс могут быть в этом месте устранены, если создать соответствующее неравномерное движение или движение по какой-то кривой. И наоборот, можно представить, что местные неравномерные и криволинейные движения вызываются одним лишь существованием полей тяжести. Такого рода движения имеются в самой природе. Например, наша Земля движется вокруг Солнца по эллипсу. В классической физике это явление объяснялось введением особой силы тяжести, причем под влиянием одной лишь этой силы Земля должна была бы упасть на Солнце. Для того, чтобы объяснить криволинейное движение Земли, Ньютон допускал еще, что Земля получила когда-то первоначальный толчок. С точки зрения общей теории относительности, неравномерное криволинейное движение Земли, равно как и других планет, может быть объяснено без постороннего толчка и без введения особой силы лишь на основе эквивалентности тяжести и инерции.

Можно ли провести какую-нибудь экспериментальную проверку этим странным на первый взгляд положением? Да, можно. Например, было установлено, что свет должен обладать весом. Следовательно, если луч света, падающий от какой-либо звезды, будет проходить близ Солнца, то он искривится (рис. 2). Тогда, наблюдая звезду с Земли по направлению этого луча, мы увидим ее не на истинном ее месте, а несколько в стороне. Благоприятным условием для наблюдения этого явления служит полное солнечное затмение. Вот почему во время имевших место за последние 25 лет солнечных затмений астрономические экспедиции уделяли особое внимание именно этому явлению. Полученные результаты оказались хотя и не в точности, но в общем в хорошем соответствии с теорией.

Из общей теории относительности следует далее, что там, где имеются большие массы, время должно протекать замедленное, чем там, где их нет. Так, на Солнце время должно протекать медленнее, чем на Земле, а поэтому и все физические процессы, в том числе и те, которые происходят в недрах атомов, на Солнце должны протекать медленнее, чем это имеет место на Земле. Есть ли какой-либо способ, чтобы это проверить? Есть — это спектральный анализ, ведь с его помощью мы как раз изучаем процессы, происходящие внутри атомов.

Атомы какого-либо химического элемента представляют собой сложные системы. В первом приближении можно полагать, что они построены

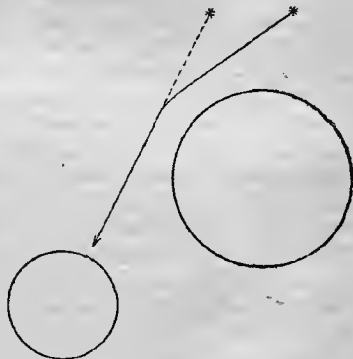


Рис. 2.

так: вокруг тяжелого ядра вращается по эллиптической орбите определенное количество электронов. В наиболее простом атоме, в атоме водорода, вокруг ядра вращается всего только один электрон. От того, в каком состоянии находится данный атом, зависит расстояние, на котором электрон вращается вокруг ядра. Оно может быть больше — если атом обладает большой энергией, или меньше — если атом обладает меньшей энергией. Но расстояния эти не произвольные, а вполне определенные.

Наименьшее возможное расстояние электрона от ядра равно примерно одной десятиллионной доле миллиметра, следующие возможные — в четыре, девять раз больше первого и т. д. (промежуточные расстояния в этих интервалах невозможны). Когда извне атому подводят энергию, или, как говорят, «возбуждают» его, электрон перескакивает с какой-либо близкой к ядру орбиты на другую, более отдаленную от ядра. Наоборот, при перескоке с отдаленной орбиты на более близкую атом теряет энергию, излучает ее. И в зависимости от того, с какой орбиты на какую происходит перескок, излучение будет иметь более длинные или более короткие волны. Это будет или свет разного цвета, или невидимые лучи. Длина волны самого длинного видимого нашим глазом красного света равна восьми десятитысячным долям миллиметра, а длина волны самого короткого видимого глазом фиолетового света составляет четыре десятитысячных доли миллиметра.

При прохождении через тело свет преломляется, причем волны света разной длины уклоняются от первоначального направления по-разному, под различными углами. Вот почему белый солнечный свет, представляющий собой смесь света с волнами различной длины, при прохождении через призму дает целый спектр переходящих друг в друга красок, расположенных в следующем порядке: красная, оранжевая, желтая, зеленая, голубая, синяя, фиолетовая. Пропустив белый солнечный свет через какой-либо раскаленный газ, например водород, мы в спектре уже не увидим все цвета, а только некоторые окрашенные узкие полоски или линии. Каждая из таких полосок соответствует определенной длине волны света — как раз той, которую испускает сам этот газ.

Этот опыт можно проделать не только в обыкновенной земной лаборатории; он происходит и в такой громадной лаборатории, какой является Солнце. Солнце имеет оболочку из раскаленных газов. Свет, идущий от него к Земле, проходит через нее. Этот свет также можно разложить с помощью призмы. Спектр, который получается в результате прохождения света через водород на Солнце, и спектр, который получается при прохождении света через водород на Земле, не полностью одинаковы. Все линии спектра, относящиеся к Солнцу, будут смещены в красную сторону, по сравнению с линиями спектра, относящегося к Земле. Но красная часть спектра — это та, где имеются более длинные волны, т. е. волны, колебания которых протекают медленнее. Значит, смещение спектральных линий свидетельствует о том, что время на Солнце действительно течет медленнее, чем у нас — в соответствии с требованием общей теории относительности.

Правда, это смещение будет очень незначительное: даже для крайнего красного конца спектра, где длина волн наибольшая, оно составит только одну десятиллионную долю миллиметра. Но современные точные приборы все же позволяют измерить и это смещение; оказывается, что оно неплохо согласуется с предвычисленным на основе теории. Впрочем, для спектра одного из спутников звезды Сириуса, имеющего плотность, а следовательно, и массу, значительно большую, чем Солнце, смещение спектральных линий окажется в 10 раз больше и поэтому более легко измеримым.

Наконец, еще несколько слов об опытной проверке общей теории относительности. Мы уже знаем, что эта теория устраняет необходимость прибегать к допущению внешнего толчка для объяснения криволинейного движения планет. При более детальном математическом рассмотрении движения планет выясняется, что кривая, по которой движется планета, не будет в точности эллипсом, так как этот эллипс сам будет вращаться. Точка эллипса, находящаяся ближе всего к Солнцу, так называемый перигелий, смещается из года в год по направлению движения. Таким образом, планеты движутся по своеобразным петлеобразным кривым (рис. 3). Эйнштейн подсчитал, чему равно это смещение перигелия. Правда, астрономы давно знали, что перигелий самой близкой к Солнцу планеты Меркурия смещается на 573 угловых секунды за 100 лет. Часть этого смещения астрономы объяснили вполне удовлетворительно возмущениями, т. е. влиянием других планет, которые каждая тоже притягивает по-немногу Меркурий. По этим расчетам выходит, что за 100 лет перигелий должен сместиться на 531 угловую секунду. Не объясненными оставались 42 секунды. Эйнштейн же подсчитал, что смещение перигелия, вытекающее из общей теории относительности, должно составлять 42,9 секунды. Как видно, совпадение неплохое.

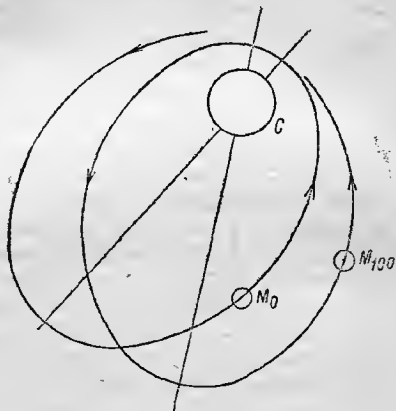


Рис. 3.

В целом, мы должны сказать, что в то время как специальная теория относительности экспериментально вполне обоснована, общая теория относительности не может считаться столь прочно доказанной, ибо, как мы видели, наблюдения лишь в общем и целом подтверждают ее. Повидимому, эта теория нуждается в модификациях, о которых мы скажем в конце настоящей статьи.

Рассмотрим теперь некоторые более общие следствия, вытекающие из общей теории относительности. Мы указали выше, что общая теория относительности исходит из тождества инертной и тяготеющей массы тела, их эквивалентности, из того, что поле тяготения можно уравнивать ускоренным движением в окрестности какой-нибудь данной точки. Это мы показали на примере падающего лифта. Но не надо забывать, что это можно сделать только для какого-то определенного места пространства.

Если бы, например, мы захотели почувствовать отсутствие тяжести, то для этого надо было бы заставить комнату, в которой мы находимся, ускоренно падать. Тогда мы перестали бы чувствовать тяжесть. Однако этим же движением нельзя устранить тяжесть на всей Земле и тем более во всем мире. На этом примере видно, что, когда мы говорим, что тяжесть и ускоренное движение эквивалентны друг другу, то это следует понимать лишь в рамках местных явлений, которые происходят в окрестностях какого-то определенного места в пространстве. Строго говоря, ускоренным движением можно уничтожить проявление тяжести только в бесконечно малой окрестности какой-нибудь точки пространства. Это обстоятельство не является случайным, оно связано с характерной чертой теории относительности.

Теория относительности построена на передаче всякого физического процесса от точки к точке, от места к месту непосредственно, т. е. на



близкодействию. Ньютон допускал, что действие тяжести из одного места пространства в другое передается мгновенно, т. е. передача происходит по принципу дальнего действия, вне времени и вне той промежуточной среды, которая находится между точками А и Б. Ясно, что это только некоторое приближение к истине, ибо в материальной действительности такой процесс немислим. Это лишь грубое приближение к действительности, основанное на том, что скорость распространения гравитационных волн, равная скорости света, считается бесконечной по сравнению с обыкновенно встречающимися скоростями. Идеи теории относительности в этом отношении представляют несомненный прогресс, поскольку она считает, что тяжесть передается от точки к точке, от одного места к другому в определенный конечный промежуток времени.

Далее, теория относительности дает более общее выражение, по сравнению с классической физикой, принципу сохранения и превращения энергии, выражающему сохранимость, неуничтожаемость и превратимость материального движения.

Закон сохранения массы, открытый Лавуазье, — этот основной закон химии, который часто называют неправильно «законом сохранения материи», хотя в нем идет речь лишь о массе, т. е. только об одном из признаков материи, — оказывается лишь приближенно точным. Закон сохранения энергии в его прежней формулировке также оказывается лишь приближенно точным. Теория относительности дает один закон, объединяющий законы сохранения массы и энергии, — он называется законом сохранения энергии импульса (импульс — количество движения).

Смысл его в том, что для физической системы сумма энергии и сумма импульсов остается величиной постоянной. Иными словами: какие бы превращения ни произошли с физической системой, ее энергия может увеличиться или уменьшиться лишь за счет потери или возрастания массы вещества, содержащегося в этой системе, а масса может увеличиться или уменьшиться лишь за счет уменьшения или увеличения энергии, содержащейся в этой системе.

Следовательно, в теории относительности принцип сохранения и превращения энергии, но только в новой формулировке, остается таким же неизбежным, как и в классической физике. Понятно, что из этого принципа должны вытекать и важные следствия. В классической физике из принципа сохранения энергии для света вытекает то следствие, что он распространяется по кратчайшим линиям, так называемым геодезическим линиям. Такими линиями в однородной среде являются прямые, а при прохождении света из одной среды в другую, например из воздуха в воду, такой линией будет ломаная прямая. Но говоря: «по кратчайшим линиям», мы немного упростили вопрос. Более точно надо было сказать так: свет подчиняется принципу наименьшего действия.

Из общей теории относительности вытекает, что свет должен распространяться по так называемым нулевым линиям. Если поблизости нет больших масс, то нулевыми линиями будут прямые, а вблизи больших масс — это будут уже не прямые, а кривые линии. Вообще вблизи большой массы не только свет, но и тело, движущееся по инерции, без воздействия на него внешней силы, движется, согласно общей теории относительности, не по прямой, а по кривой линии. Это и дает, как отмечено выше, возможность объяснить криволинейное движение планет. Таким образом, из общей теории относительности вытекает, что вблизи больших масс, т. е. в поле тяготения, наше пространство не является евклидовым, оно искривлено, его геометрия в действительности более сложная.



Геометрия Эвклида учит, что к каждой прямой из какой-либо точки пространства, находящейся вне этой прямой, всегда можно провести одну и только одну параллельную прямую, что сумма углов в треугольнике равна  $180^\circ$ , что у всех окружностей отношение периметра к диаметру одно и то же и т. д. И вот эта геометрия вблизи больших масс, т. е. для пространства, где действует тяготение, оказывается несостоятельной. А поскольку на Земле всюду действует тяготение, то не значит ли это, что для нас эвклидова геометрия непригодна? Нет. Если раньше считали, что эвклидова геометрия единственная абсолютно достоверная геометрия, то теперь она становится лишь первым приближением. Когда речь заходит о весьма больших расстояниях, геометрия Эвклида уже многое не может объяснить, требуется геометрия, более близкая к материальной действительности и вместе с тем более сложная.

Как выглядит такая неэвклидова геометрия? Идея такой геометрии были известны задолго до Эйнштейна. В 1826 г. великий русский математик Лобачевский в Казани открыл неэвклидову геометрию. Он назвал ее «воображаемой геометрией». Одновременно с ним неэвклидову геометрию открыли: один из величайших математиков мира, немецкий математик Гаусс, и венгерский математик Больяи. В 1854 г. немецкий математик Риман обобщил все эти работы и создал стройную общую систему неэвклидовых геометрий.

Мы знаем, что на шаровой поверхности дуга большого круга является кратчайшим расстоянием между двумя точками, а, следовательно, соответствует прямой на плоскости. Из таких кратчайших дуг можно построить на шаровой поверхности треугольник (рис. 4). Если мы измерим углы этого треугольника, то окажется, что их сумма будет больше  $180^\circ$ , и чем больше будет площадь этого треугольника, тем больше сумма его углов будет отличаться от  $180^\circ$ . Таким образом, измерив углы треугольника и убедившись, что их сумма отличается от  $180^\circ$ , мы заключаем, что имеем дело не с плоскостью, а с шаровой поверхностью. Следовательно, не сходя с шаровой поверхности, т. е. не поднимаясь над ней, не опускаясь под нее и даже не обходя всей шаровой поверхности кругом, а оставаясь только на небольшом кусочке ее, мы можем убедиться в том, что находимся не на плоскости, а именно на шаровой поверхности. Больше того, этот метод дает возможность вычислить радиус шаровой поверхности, даже в том случае, когда нельзя его непосредственно измерить. На шаровой поверхности к геодезической линии нельзя провести параллельную, отношение периметра окружности к его диаметру зависит от величины последнего. Аналогично будет обстоять дело и с такой кривой поверхности, как псевдосфера, модель которой представляет горло графина, но только здесь сумма углов в треугольнике будет меньше  $180^\circ$ . К геодезической линии здесь можно провести бесконечное число параллельных, т. е. не пересекающих ее, геодезических линий.

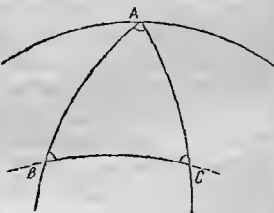


Рис. 4.

Все сказанное может вызвать такое возражение: хорошо, все это относилось к поверхностям, а ведь общая теория относительности говорит не о кривизне поверхности, а о кривизне пространства. По существу, это обстоятельство не вносит каких-либо осложнений. Трудности заключаются лишь в том, что наглядно представить себе этого мы не можем.

Гаусс будто бы пытался экспериментально установить, какова геометрия нашего трехмерного пространства. Рассказывают, что в окрестностях Геттингена, где он работал, Гаусс выбрал три вершины и измерял углы треугольника, образуемого лучами света, отражаемого зеркалами, установленными на этих вершинах (рис. 5). Оказалось, что сумма углов

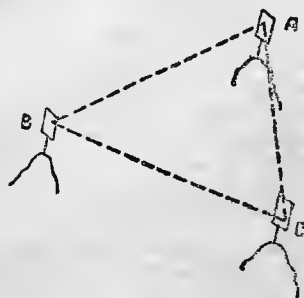


Рис. 5.

треугольника отклонялась от  $180^\circ$  на величины, не превышающие ошибки, вызванные неточностью измерения. Треугольник Гаусса был слишком мал — при таких масштабах отклонений от евклидовой геометрии получиться не могло. Другое дело, если бы мы избрали треугольник, сторонами которого были звездные расстояния. Тогда, если бы удалось измерить его углы, можно было бы установить, отклоняется ли их сумма от  $180^\circ$ , и если да, то в какую именно сторону. Однако мы не можем осуществить такую проверку прямым путем не только из-за несовершенства методов, которыми мы располагаем, но и принципиально, потому что при выборе столь большого треугольника мы уже не сможем пренебречь требуемым для измерения временем, а, значит, будем измерять не расстояния, а пространственно-временные интервалы. Такая проверка может быть осуществлена лишь косвенно, например, установив искривление светового луча вблизи больших масс или передвижения перигелия, о чем говорилось выше.

Таким образом, пока можно сделать вывод, что геометрические свойства пространства определяются наличием массы. Там, где накоплены большие количества вещества, имеет место другая геометрия, иная, чем там, где это вещество не накоплено. Если придерживаться аналогии между трехмерным пространством и поверхностью, то окажется, что вблизи скопления масс геометрия будет похожа на геометрию, имеющую место на шаровой поверхности. При всех наших рассуждениях нужно, однако, иметь в виду, что по теории относительности нелепо полагать, будто эквивалентность тяжести и движения следует понимать так, что тяжесть вообще можно устранить из всего мира, придумав какое-то соответствующее движение. Положение, что тяжесть может быть устранена соответствующим движением, относится исключительно к определенному данному месту пространства. И в отношении геометрии то же самое: пространство в каждом месте имеет свою геометрию, зависящую от того, на каком расстоянии от больших масс это место находится. Никакой одной общей геометрии, везде одинаковой в пространстве, не существует. Если мы пренебрежем существованием масс, то мы вернемся к пространству времени специальной теории относительности.

Нужно также отметить, что поле тяготения — это не фикция, не математический прием; оно вполне реально, физически установимо, распространяется волнами, имеющими определенную скорость. Поэтому попытки изобразить дело так, будто эквивалентность тяжести и движения обозначает, что тяжести нет, а есть только движение, научно необоснованы.

Общие законы природы должны выражаться так, чтобы они были действительны во всех движущихся системах, — такова основная идея Эйнштейна. Требуется найти те связи между физическими величинами, которые не меняются при переходе от одной движущейся системы в другую, или, как говорят, инвариантные связи. Однако можно ли такие движущиеся системы, системы отсчета, выбирать совершенно произвольно?

Оказывается, что этот выбор не может быть неограниченно произвольным. Если мы имеем какую-то систему, например лифт, и другую систему — шахту, в которой лифт падает, причем обе системы движутся неравномерно одна относительно другой, то что сохраняется при переходе из одной системы в другую? Измеряя в одной системе время, мы знаем, что хотя время в другой системе и будет измеряться иначе, но время все-таки останется временем. Измеряя в одной системе пространственное расстояние, мы знаем также, что в другой системе оно будет измеряться иначе, но во всяком случае останется пространственным расстоянием. Ясно, что при переходе из одной системы в другую одна из координат всегда должна сохранить характер времени, резко отличающий ее от трех других, чисто пространственных. Далее, при переходе из одной системы в другую нужно проследить не только за тем, что делается в ближайшей окрестности, но и за тем, что произойдет в отдаленном от данной точки пространстве и времени, какие этот переход вызовет изменения там в отдельных частях. Ведь когда мы рассматриваем только взаимное движение двух тел — это лишь абстракция. На деле существует бесконечное множество тел, и это должно найти выражение при переходе от одной системы отчета к другой в так называемых граничных условиях.

Общая теория относительности, вопреки утверждениям ее творца, по сути своей отрицает равнозначность между собой всех систем вообще. Возьмем к примеру детский волчок и запустим его. Каждый скажет, что волчок вращается по отношению к стенам комнаты. Но Эйнштейн, повторяя слова Маха, заявляет, что можно с тем же правом утверждать и обратное, а именно: не волчок вращается, а стены комнаты вращаются вокруг волчка. А так как волчок вращается не только по отношению к стенам комнаты, но и по отношению ко всему миру, то выходит, что можно считать, будто волчок находится в неподвижном состоянии, а весь мир вращается вокруг волчка.

Все это, понятно, явная нелепость, несмотря на некоторую наукообразность. Если мы ограничимся задачей только описать то, что с волчком происходит, тогда действительно оба способа описания — все равно считать ли, что неподвижен волчок или что неподвижна комната — будут давать формально-математически одинаковые результаты. Отсюда и получается видимость истины. Но как только мы спросим о причине движения, то немедленно же должны будем недвусмысленно ответить: вращается именно волчок, а не комната, не мир вокруг волчка. При постановке задачи о причине движения мы уже не можем отвлекаться от связи волчка с остальным внешним миром. Энергии, которую мы затратили, приводя волчок во вращение, достаточно для того, чтобы завернуть волчок, и совершенно недостаточно для того, чтобы привести во вращательное движение вокруг этого волчка комнату и, тем более, бесконечные массы мира.

Это, казалось бы, настолько просто, что нужно лишь удивляться, как создатели такой сложной теории, как теория относительности, могли запутаться в таком детском вопросе. Тем не менее, они в нем запутались благодаря своим неправильным философским взглядам, благодаря махизму, который учит, что природу нельзя познать, что ее можно только описать.

С этой махистской точки зрения будут одинаково верны система Коперника и устаревшая ненаучная система Птолемея, будут одинаково верны утверждения, что Земля вращается вокруг Солнца и что Солнце вращается вокруг Земли. Системе Коперника отдается предпочтение лишь ради ее «удобств», исходя из принципа «экономии мышления». Между тем, если Земля вращается вокруг Солнца, то энергия на беско-

нечности, т. е. энергия, нужная для того, чтобы привести в движение далекие массы, равна нулю. Если же дело обстоит бы так, что Солнце вращается вокруг Земли, как это предполагал Птоломей, то энергия на бесконечности будет сама бесконечной. Более того, птоломеевская точка зрения находится в противоречии с исходным положением теории относительности, ибо, по Птоломею, Земля неподвижна и вокруг нее вращается мир. Но с точки зрения теории относительности никакой неподвижности не существует, есть только относительное движение. Наконец, учение Птолемея не дает возможности понять развитие солнечной системы, тогда как учение Коперника, согласно которому Земля вращается вокруг Солнца, объективно соответствует исторической эволюции солнечной системы. Махизм же рассматривает мир метафизически, в застывшем виде, он оправдывает устарелое геоцентрическое мировоззрение и становится на сторону непознаваемости природы, агностицизма.

Мы убедились, что выбор системы отсчета не может быть произвольным. Системы отсчета должны быть таковы, в которых отличие времени от пространства сохраняется, энергия на бесконечности получает разумное, соответствующее действительности, выражение. Все это еще раз показывает, что пространство и время существуют объективно, что они связаны с массой, с энергией тел, а вовсе не являются лишь категориями человеческого ума, рассудка и т. п.

Коснемся еще вкратце тех космологических выводов, которые некоторые пытаются делать, исходя из теории относительности. Сам Эйнштейн и его многочисленные последователи неоднократно пытались распространить законы, выведенные, как местные, как действующие в окрестности определенной точки, на всю вселенную в целом. Стали говорить о том, что пространство в целом обладает определенным радиусом кривизны, что оно замкнуто и т. д. Эйнштейном, де-Ситтером, Леметром и другими на этой основе были построены различные модели вселенной, но впоследствии сам Эйнштейн убедился в противоречивости его модели вселенной и отказался от нее. Однако некоторые ученые пытались и после этого, исходя из теории относительности, построить модели конечной вселенной, причем пришли к идее неустойчивой разлетающейся вселенной. Все эти «теории» имеют одно общее: они опираются не только на теорию относительности, но прибавляют к ней еще одно положение, которое в теории относительности не содержится, а именно, что мир конечен и однороден. Отсюда и получаются соответствующие ненаучные выводы, в которых теория относительности, однако, неповинна. При всем этом нельзя, однако, считать, что попытки применить теорию относительности к космологии вообще должны быть отброшены. Положив в основу предположение структурности бесконечной вселенной, их следует продолжать, и тогда продолженная Эйнштейном и др. работа окажется в известном смысле подготовительной ступенью.

Итак, специальная теория относительности отличается от классической физики тем, что промежутки времени и пространственные расстояния, а также скорость и масса какого-либо тела, рассматривает как относительные, как зависящие от равномерного прямолинейного движения данной системы, к которой при измерении эти величины относятся. Эта теория устанавливает, что скорость света на больших расстояниях от масс есть величина постоянная.

Общая теория относительности рассматривает промежутки времени и пространственные расстояния, а также гравитационные и инерциальные поля, как зависящие от движения любой допустимой системы, к которой мы их отнесем, в том числе и от систем, движущихся криволинейно, ускоренно или замедленно. Скорость света по этой теории

уже не постоянная величина; вблизи тяжелых масс она является величиной переменной, а сам свет вблизи тяжелых масс распространяется не прямолинейно, а криволинейно. Эта теория исходит из положения, что в каком-либо месте пространства всегда можно создать такое ускоренное движение, которое в этом и только в этом месте пространства уничтожит следствия тяжести, вызываемые массами.

Таким образом, теория относительности выдвигает новые идеи, в корне отличные от идей классической физики, и не является ее простым продолжением. Она, давая анализ физических принципов измерения основных величин, как-то: промежутка времени, расстояния, скорости и т. д., позволяет усмотреть в них новое содержание. Однако отсюда вовсе не следует, будто ньютоновская физика является непригодной, неправильной. Для того круга явлений, где мы имеем сравнительно небольшие скорости, она справедлива, верна. Значит, ньютоновская физика есть приближение к действительности, верное в определенных рамках.

Если мы выходим за эти рамки, то уже необходимо вести исследование на основании специальной теории относительности, а если мы пожелаем еще больше расширить эти рамки, — на основании общей теории относительности. Другими словами, перед нами своеобразная лестница последовательных приближений: наиболее грубое приближение — ньютоновская физика, более точное приближение — частная теория относительности, и еще более точное и, вместе с тем, более сложное — общая теория относительности.

После того как мы ознакомились с физическими основами специальной и общей теории относительности, рассмотрим философские вопросы этой теории.

Появление теории относительности было встречено восторженно не столько физиками, сколько философами; некоторые физики, будучи стихийными материалистами, но не зная диалектики, не могли примириться с ломкой устоявшихся понятий. Вдобавок, увидев как философы-идеалисты используют эту теорию в своих целях, они, оставаясь на позициях классической физики, обрушились на теорию относительности, оснадивая и слухи, на которых она основывается, и выводы из нее. Однако не только теория относительности, но и все развитие современной физики доказало, что ньютонианские понятия в физике не могут быть сохранены как универсальные понятия, что они являются лишь известным этапом познания действительности. Это не значит, будто теория относительности является окончательным, последним словом науки, и в нее не будут в дальнейшем внесены определенные поправки, будто в свою очередь сама теория относительности не будет преодолена другой, еще более близкой к действительности теорией.

Поскольку теория относительности — порождение эпохи империализма, она, естественно, несет на себе отпечаток кризиса естественных наук этой эпохи, исчерпывающий анализ которого был дан Лениным. Именно потому, что теория относительности ревизует основные понятия физики, идеалисты хватаются за нее, чтобы обосновать свое мировоззрение.

Эйнштейн, который стоит, в основном, на позициях махизма и является эклектиком в философии, сам дает многочисленные поводы идеалистам для такого подхода к теории относительности. Диалектический материализм, как бы идеалисты ни пытались использовать теорию относительности в своих целях, должен не отвергать ее, а, наоборот, все ценное, что имеется в этой теории, усвоить и переработать, отсекая идеалистические выводы и пересматривая все то, что проникло в самую теорию относительности из идеализма и метафизики.

Следует подчеркнуть еще раз, что так же строго, как мы различаем философское понимание материи от физического ее понимания, следует различать и философское понимание относительности от ее физического понимания. Понятие относительности в философии означает относительность наших знаний, их преходящий характер, прогрессирующее с развитием науки и техники приближение наших знаний ко все более полному и точному пониманию действительности. Общераспространенный термин «относительность», вошедший в название теории относительности, означает, что всякое измерение движения тела необходимо относить к какому-либо другому телу.

Каковы положительные моменты теории относительности с точки зрения философии диалектического материализма? Прежде всего теория относительности предъявляет ко всякой физической теории требование — не обходить молчанием процесс измерения времени, расстояния, скоростей, масс во взаимодвижущихся системах, она не допускает возможности полагаться на интуицию в определении одновременности. Тем самым, она выставляет материалистическое требование к дальнейшему приближению наших познаний о материальном мире. Это, несомненно, одна из ее прогрессивных черт.

Далее, теория относительности отказывается от «мгновенных процессов», требует, чтобы учитывалось конечное значение скорости света. Ясно, что этим она ближе, вернее отражает реальный материальный мир и в этом ее положительная черта.

Теория относительности требует формулировать законы физики так, чтобы они не зависели от движения системы отсчета. Правда, и по этому поводу идеалисты заявляют: вот теория относительности ставит физику в зависимость от наблюдателя и, значит, доказывает субъективный характер физики. Но теория относительности как раз, наоборот, стремится освободить законы физики от привнесенных моментов, вызванных относительным движением приборов наблюдателя, причем все измерения могут проводиться с помощью автоматической регистрации, исключаящей субъективный момент.

Теория относительности отказывается от ньютоновского понимания пространства и времени — пространства, как чистого протяжения, времени — как чистой длительности, не зависящей от событий, от материи. Она требует, чтобы пространство и время рассматривались в неразрывной связи между собой и с движущейся материей. Положительность, прогрессивность этой материалистической черты теории относительности несомненна.

Теория относительности не нуждается в неподвижном, оторванном от тел эфире, не нуждается и в дальнодействии. Не признавая эфир, теория относительности не возвращает нас вместе с тем к пустому пространству Ньютона, так как для нее нет пространства без вещества, а свойства пространства определяются неразрывно связанными с веществом, полями. Проблема эфира и близкодействия стала теперь проблемой взаимодействия вещества и волн. В устранении метафизических представлений об эфире и дальнодействии — одна из положительных заслуг теории относительности.

Теория относительности рассматривает геометрию, как часть физики, геометрические свойства пространства, как зависящие от материи, от структуры этой материи, распределения масс. И этим теория относительности выбивает почву из-под ног идеализма, кантианства. Известно что Кант считал геометрические представления априорными, извечно данными в человеческой голове.

Теория относительности не нуждается в каких-то внешних силах для того, чтобы объяснить криволинейное неравномерное движение,



вызванное всемирным тяготением. Здесь нет места божественному первоначальному толчку Ньютона — и в этом заслуга Эйнштейна.

Теория относительности устанавливает единство массы и энергии. Это еще одна весьма важная положительная черта теории относительности. Здесь на язык физики переводится известное положение диалектического материализма: нет материи без движения и нет движения без материи. Единство массы и энергии свидетельствует о единстве прерывности и непрерывности материи: с одной стороны, прерывной разновидности материи — корпускул, частиц, вещества, а с другой стороны, непрерывной разновидности материи — волн, излучения, поля. Всякая волна, будучи носителем энергии, имеет массу, и, наоборот, всякая масса связана с волной, с полем.

Укажем теперь на отрицательные моменты, связанные с теорией относительности.

Некоторые философы, вульгаризируя до крайности теорию относительности, заявляют, будто теперь доказано, что «все в мире относительно». Такие благоглупости можно иногда услышать даже от очень почтенных и советских профессоров. Такие заявления по адресу теории относительности свидетельствуют или о непонимании этой теории, или о ее злостном извращении. Обо всем этом нет нужды много распространяться.

Теория относительности утверждает, что скорость света является высшим пределом всякой скорости в явлениях механического вида или явлениях, связанных с электромагнитным полем, а, между тем, иногда это положение объявляют логическим принципом, не нуждающимся в экспериментальной проверке, и распространяют его вообще на все физические явления, заявляя, что процессов, происходящих с большей скоростью, чем скорость света, мы не только не знаем, но и никогда знать не будем. С этим нельзя согласиться, если понимать это утверждение (как это иногда делают), как относящееся к понятию скорость вообще. Так, например, в электротехнике имеют дело с фазовой скоростью, которая больше скорости света и не переносит энергии.

На деле же предельный характер скорости света состоит не в запрете существования явлений, обладающих скоростями, количественно большими, чем скорость света, а в том, что при переходе к подобным явлениям понятие скорости меняется качественно вследствие изменения понятия одновременности и связанным с этим введением универсальной постоянной  $c$ . Это соображение относится не только к скорости света, но и ко всем так называемым мировым постоянным.

Категорическое утверждение о том, что никогда не будут открыты скорости большие, чем скорость света, является отказом от научного прогресса; здесь не учитывается, что постоянная  $c$  уже не просто лишь скорость. Не раз буржуазные ученые упражнялись в подобного рода «прогнозах», но всегда развитие науки опровергало их. Были, например, ученые, утверждавшие, что мы никогда не узнаем, из каких химических элементов состоит Солнце. Прошло, однако, с десяток лет с тех пор, как это было сказано, и что же — физика открыла спектральный анализ, с помощью которого мы узнали химический состав Солнца.

Теория относительности устанавливает, что одновременность двух событий нельзя определить измерением, независимым от движения системы. Отсюда иногда делают вывод, что одновременность вообще не существует, путая существование вещей с их измерением.

Точно так же нельзя согласиться с тем, когда справедливое отрицание теорией относительности абсолютного пространства и времени в ньютоновском понимании путают с отрицанием абсолютного пространства и времени в их философском понимании. Теорию относительности желают сделать ответственной за утверждение, что пространство



и время суть понятия не объективные, а субъективные, присущие лишь человеческому мышлению, что они не существуют независимо от нашего сознания. Таким путем хотят превратить физику в восприятие наблюдателя.

То обстоятельство, что в теории относительности мы имеем дело с четырехмерным «миром» и что, следовательно, время в известном смысле приравнено, как четвертое измерение, к трем пространственным измерениям, некоторые идеалистические чересчур рьяные приверженцы теории относительности толкуют так, как будто различие между временем и пространством утратило значение; из мира устраняют всякое движение, а время представляют как бы застывшим, наподобие тому, как если вместо движущегося фильма взять отдельные его кадры. Утверждают, что становится, возникает и исчезновение только нечто кажущееся, что в действительности мир представляет собой вечное бытие, в котором сосуществуют как все будущие, так и все предыдущие события, образуя неразрывную цепь в мире четырех измерений.

Эта крайне метафизическая точка зрения, отрицающая всякое развитие, основана на подмене материальной действительности тем геометрическим вспомогательным образом, который мы сами построили для ее изучения. Это то же самое, как если бы кто-либо сначала изучал движение поездов при помощи графика, что, конечно, имеет свой смысл, но затем стал бы выдавать график за единственную реальность, чего уже ничем оправдать нельзя. Необходимо еще подчеркнуть, что теория относительности вовсе не нарушает закона причинности, ибо последовательность двух событий, из которых одно является причиной другого, сохраняется относительно всех движущихся систем.

Вздорны, необоснованны выводы, которые иногда делаются сторонниками теории относительности, даже самим Эйнштейном, будто энергия и материя тождественны. Это опять-таки махистская путаница. Энергия и материя неразрывно между собою связаны, они эквивалентны, но это вовсе не значит, что они тождественны. Энергия и масса не могут быть тождественны потому, что массой измеряется сопротивление, оказываемое телом изменению его движения, а энергией — превращение одного вида движения в другой. Формально различие между массой и энергией видно из того, что энергия не просто равна массе, а равна массе, умноженной на квадрат скорости света. Утверждение о тождестве энергии и массы наружу только тем идеалистам, которые под названием «энергетизма» упраздняют материю, как существующую независимо от нашего сознания, и превращают мир в набор различных энергий, существующих лишь в нашем восприятии.

Нужно указать еще раз и на такие «выводы» из теории относительности, что будто бы существует пространство четырех измерений. Ничего подобного в теории относительности нет, там идет речь исключительно о пространстве трех измерений.

Не менее резко следует отвести попытки самого Эйнштейна и его последователей изобразить теорию относительности, как универсальную теорию, не поддающуюся дальнейшим усовершенствованиям. Со стороны Эйнштейна и его слишком неумеренных последователей то и дело слышатся претензии на то, чтобы всю физику свести к теории относительности, что, мол, теперь нет больше нужды продолжать экспериментировать, ибо вся задача сводится к дальнейшему развитию математических методов, к составлению «мировых уравнений» и их решению. Физику объявляют истолкованием, интерпретацией «мировой гео-

метрии», а все физические законы должны быть выведены из аксиом такой сверхгеометрии чисто логическим путем.

Все это — одно из тех метафизических преувеличений, которые, как указывал Ленин, свойственны идеализму, раздувающему какую-нибудь правильную черточку действительности и ведущему в болото мистики.

Теория относительности рассматривает все процессы, как передающиеся от точки к точке. Она имеет дело с непрерывностью поля, пространства. Но материя не только непрерывна, она в то же время и прерывна, она — единство прерывности и непрерывности. В физике мы имеем дело не только с непрерывным полем, но и с частицами материи, между тем как структура материи в теории относительности не учитывается. Она не изучает структуру материи, а только ее свойства в целом. Теория относительности не в состоянии при характерном ее подходе включить в себя понятие частицы. Значит, она односторонняя теория и не имеет оснований претендовать на универсальность. Не случайно все многочисленные попытки создать геометрическим путем, исходя из теории относительности, «единую теорию поля», объединить в единой «геометрии» поле тяготения и электромагнитное поле, неизменно кончаются неудачей.

Таким образом, теория относительности, как и всякая физическая теория, есть только ступень знания. Анализ, который теория относительности дает понятиям пространства и времени, нельзя считать окончательным. Не может быть сомнения в том, что дальнейший прогресс физики пойдет по той же линии, по которой шло развитие всей физики: в теорию относительности будут вноситься поправки, а в дальнейшем она претерпит, безусловно, не меньшие изменения, чем те, которые претерпела ньютоновская физика, на смену которой она пришла. При этом придется отказаться не только от частностей, но, наверное, и видоизменить основные понятия теории относительности. И надо сказать, что уже сейчас имеются признаки этой предстоящей новой ломки. Новые закономерности, выявляющиеся при изучении внутриатомного мира, не могут быть изучены с помощью теории относительности в настоящем ее виде; недостаточна для их исследования и современная квантовая теория.

Но не только из внутриатомного мира, но также из прямо противоположного «полюса» природы — космологических проблем — мы имеем сигналы, говорящие об ограниченном значении теории относительности. Вопреки теории относительности, которая исходит из того, что скорость света в межпланетном пространстве постоянна и меняется только вблизи больших масс, оказывается, что скорость света в «пустоте» претерпевает вековые изменения. Как установлено измерениями, которые производились различными учеными за последнее тридцатилетие, весьма вероятно, что в течение примерно 18 млн. лет величина скорости света уменьшается на 1%. Это явление не объясняет ни теория относительности, ни вообще современная физика.

Всякая научная теория, как бы она ни была обща, в том числе и теория относительности, строится на сравнительно узком круге опытов и наблюдений. Между тем, научная философия строится не на основе отдельной науки, а всего исторического опыта человечества, на всей сумме результатов, полученных во всех отраслях знаний. Вот почему диалектический материализм призван содействовать каждой отдельной науке, находить общие пути своего дальнейшего развития.

---